

Az antibiotikumot termelő, talajlakó mikroszervezetek földrajzi elterjedésének kérdéséről

↑ Az ipar és a mezőgazdaság szolgálatában álló — és a talajbiológia szempontjából is nagyjelentőségű — antibiotikus mikrobatörzskutatás, az utóbbi évek egyre növekvő követelményeinek hatása alatt, arra törekszik, hogy az antibiotikus mikroszervezetek felkutatásának költség és munkakímélés szempontjából racionális útjait megkeresse. Az inaktív, a gyenge és fokozott antibiotikus aktivitású mikrobák heterogén előfordulása a különböző talajokban és természeti közegekben már korán felkeltette a kutatók figyelmét és a megoszlásviszonyok mibenlétére és okára vonatkozóan az irodalomban több nézet is vált ismeretessé. Közöttük az utóbbi időben alakult ki az a felfogás, mely szerint az antibiotikus mikroszervezetek Földfelszíni megoszlásában nagyvonalú földrajzi törvényszerűségek fennállására lehetséges következtetni.

Ezek a nézetek elsősorban is Gauze [23, 24 és 24a] tollából származnak. Szerinte az ipari célokat szolgáló törzskutatást [23] — a geokémia tapasztalataiból kiindulva — reális alapokra akkor fektethetjük, ha megismerjük az antagonisták földrajzi elterjedésének törvényszerűségeit. Így az antibiotikus sugárgombák fokozott fellépése [24] a Szovjetunió csernozjom övezetében és gyérből előfordulásuk a Moszkva környéki podzolokban ilyen törvényszerűségek jelenlétére engednek következtetni. Az antagonisták nagyvonalú, regionális eloszlására utal munkájában — a Gauze-iskola adataira támaszkodva — Gudkova [29] is, míg Avraamova és munkatársai [5] északi (Moszkva környéki) és déli (Krim) talajok összehasonlító vizsgálata során arra a következtetésre jutottak, hogy délen az antibiotikus gombák nagyobb százaléka található és ezek antibiotikus hatásképeit is jól szélesebb és antibiotikus aktivitásuk is intenzívebb. Másrészt Landerkin és munkatársai [43] juttatták kifejezésre azon nézetüket, miszerint Észak-Kanada fagyott talajaiban található nagyszámú antibiotikus sugárgomba jelenléte az itt uralkodó viszonylag csökkent vegetációs időperiódussal hozható összefüggésbe.

A fenti adatok szorványos volta ellenére is feltehető a kérdés, hogyan tükrözik vissza az ezekre támaszkodó nézetek a Föld csaknem valamennyi országára kiterjedt törzskutatás általános eredményeit, és ha valóban számítá-

nunk kell az antibiotikus mikroszervezetek megoszlás dinamikájában a Föld nagyobb térségeiben megnyilvánuló eltérésekkel, úgy a magyarországi törzskutatás előtt — hazánk területi nagyságát, éghajlatát, földrajzi viszonyait számításba véve — milyen lehetőségek állanak. Az alantiakban mindkét problémával szándékozunk foglalkozni, annál is inkább, mivel az antibiotikus mikroszervezetek földrajzi elterjedésére vonatkozó adatok túlnyomó többsége az utolsó néhány esztendő kutatásai nyomán vált ismeretessé.

Antibiotikus törzseket találtak Rouatt és munkatársai [61] alaszakai tundráról származó sugárgombák között. Kovalenkova [39a] a tundromycint termelő sugárgombák (*Actinomyces globisporus tundromycini*) elterjedését vizsgálva 62 talajmintából 6142 törzset tenyésztett ki. Eredményei szerint a tundromycint termelők elterjedése nagyvonalakban az északi, továbbá a Kaukázus és Közép-Ázsia magashegységi tundra-talajaival esik össze (2600—2800 m), ahol nagy mennyiségben találhatók (az izolált összes sugárgomba törzs 18—38%-a) ugyanakkor más földrajzi övezetekben ritkák (0,05—0,6%). A már említett Landerkin és munkatársai [43] Észak-Kanada fagyott talajaiból viszonylag gazdagon, de heterogén eloszlással izoláltak antibiotikus sugárgombákat. Így a Dawsonból származó 232 törzs 82%-a, a Cornwallis-sziget talajából kitenyésztett 71 sugárgomba 32%-a volt antagonista a *Bac. subtilis*-sel szemben. A Yukon folyó környékéről gyűjtött 173 törzs 63%-a volt antibiotikus hatású. *Fusarium* és *Helminthosporium*-tesztsszervezetekre a gátlások százaléka már jóval csekélyebb volt. Végül az *Escherichia coli*-val szemben és a *Pseudomonas aeruginosa* irányába valamennyi talajmikroflóra esetében a gátlások száma a legalacsonyabbnak mutatkozott. A szerzők szerint adataikból arra lehet következtetni, hogy az északi talajok mikroflórájának antibiotikus aktivitásában határozott különbségek vannak. Így a Cornwallis-sziget talajából származó törzsek között viszonylag a legkevésbé antagonista volt, míg a Yukon folyó közeléből gyűjtött talajmintákban az antagonisták — különösen növényi patogén gombákra hatékonyak — száma igen magasnak bizonyult. Landerkin és munkatársai [43] az észak-kanadai fagyott talajok

magas antagonista számarányát a viszonylag gyér növényzettel és a növényi vegetációs viszonyok relatíve csökkent voltával próbálják indokolni. Ezzel párhuzamosan hivatkoznak olyan kísérletekre, melyek szerint több növénynek, mint a burgonyának, lennek, lóherének a rizoszférájában jöllehet a mikroorganizmusok száma megemelkedett, azonban az antagonista sugárgombák és baktériumok száma csökkent. Lachance és Perrault [42] 19 baktériumot és 11 sugárgombát tenyésztettek ki, az alsó St. Lawrence kerületben olyan talajokból, melyekben jól fejlődik a len. Ezek a mikroorganizmok antagonistáknak bizonyultak a *Fusarium oxysporum* f. *lini* kórokozóval szemben. A 11 sugárgomba közül hat fungicid, öt pedig fungisztikus hatású volt. Az USA-ban folyó kiterjedt törzskutatás az antibiotikus szervezetek gazdag előfordulásáról tanúskodik. Így Gottlieb és munkatársai [28] Illinois-államból, Slagg és Fellows [69a] középső Kansasból, McClung [47] Lawrence közeléből, De Boer és munkatársai [16] Michiganból, Kochi és munkatársai [38] texasi talajokból kitenyésztett antibiotikus törzsekről számolnak be. Texasi talajból származó 136 sugárgomba közül [61] 74% volt aktív antagonista, s közülük 19% Gram-pozitív és -negatív tesztorganizmokra egyaránt hatott. New Jersey-i fekete agyagból izolált 90 sugárgomba 53%-a volt gátló hatású. Colligan [12] az antagonista mikroorganizmok előfordulásának szabályszerűségeit vizsgálta Dél-Indiana erdős övezetének agyagos talajaiban. Ezekből különösen sok, az *E. coli*-ra aktív antagonista került elő. Colligan idézett munkájában az antagonisták előfordulását a talajt borító növényzettel és a talajmélységgel próbálta párhuzamba állítani. Megállapítása szerint a legerősebb antibiotikus hatást a sugárgomba törzsek gyakorolták, sorrendben utánuk a baktériumok és a gombák. Mindach [51] antibiotikumot termelő baktériumokat tenyésztett ki a „White River Canal”-ból (Indianapolis, Indiana).

Az USA déli és délnyugati körleteiben széleskörű vizsgálatokat végeztek az antibiotikumot termelő sugárgombák elterjedtségének megállapítására. Emerson és munkatársai [20] 1007 aktinomicetát és ezenkívül 221 penészt izoláltak tiszta kultúrában. Ezeket a tenyészteteket öt tesztmikróbával szemben (*B. subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) vizsgálták antibiotikus aktivitásra, továbbá hat, emberre nézve patogén gombának írántuk tanúsított érzékenységet is tanulmányozták. A kitenyésztett sugárgombák és penészek 31%-a mutatkozott inaktívnak, 33% baktériumokkal és gombákkal szemben egyaránt gátló hatású volt, 16% csupán gombára hatott, 18% csupán baktériumra.

Az aureomycin kevésbé toxikus, gyógyhatású antibiotikumot termelő sugárgombát (*Streptomyces aureofaciens*) Missouriban, csernozjom

talajból izolálták [17]. Ehrlich és munkatársai [id. 62] közlése alapján tudjuk, hogy Urbana közeléből (Illinois) sikerült chloromycetint termelő sugárgombát izolálni. Az Anwar által [4] minnesotai talajból kitenyésztett baktériumok, sugárgombák és gombák 86 törzse között 12 antibiotikus hatású volt a *Fusarium* *lini* és 48 a *Helminthosporium sativum*-mal szemben. Antibiotikus aktinomiceták floridai tőzeges mocsarakban ugyancsak eléggé gyakoriak [87].

Louisianában, a cukornádültetvények talajaiban a cukornád kórokozójának a *Pythium arrhenomanes*-nek antagonisták sugárgombáit vizsgálták Cooper és Chilton [13, 14]. A vizsgált talajok származási helye: Yazoo; Sharkey; Lintonia és Livier; Iberia; Yahola. Az öt talajtípusból vett 181 mintából 8302 tenyészetet izoláltak, s az ezekkel végzett vizsgálatokból az tűnt ki, hogy a gyökérrothadást okozó *Pythium*-mal szemben az antagonisták százaléka a különböző talajok esetében 18,5% és 31,5% között ingadozott. Yahola talajnak volt legnagyobb százalékban antagonista sugárgomba florája, azután a Yazoo, Sharkey, Lintonia és Livier, továbbá az Ibériai talajok következtek. Cooper és Chilton szerint nem lehetett megállapítani, mi idézte elő az egyes talajmikroflórák aktivitásában megnyilvánuló különbségeket. Mindenesetre figyelemre méltó, hogy a legnagyobb cukornádtérmet éppen a Yahola talajokon fordult elő, míg az Iberia, Terrace, Sharkey talajok a legkisebb cukornádtérmet adták.

Meredith és Semeniuk [49] megállapítása szerint az Iowa-körlet talajaiból kitenyésztett aktinomiceta kultúrák 21%-a antibiotikus hatású volt a *Pythium graminicolum* *subra*-ra.

Sanchez-Marroquin [66] Dél-Amerika és Mexikó különböző vidékeiről származó 3284 sugárgombatörzs gátló hatását vizsgálva, többek között öt, farmakológiai szempontból is érdekes, széles antibiotikus hatóspektrumú sugárgombát különített el. Viszonylag kevés adatunk van az antagonista mikroorganizmok előfordulására vonatkozóan a trópusi Amerikából. Meredith [48] 66 Jamaica-i talajból összesen 7642 mikroorganizmet izolált. Közülük 1020-at tesztelt antibiotikus aktivitás megállapítására a *Fusarium oxysporum* gombával szemben. 122 kifejezetten antibiotikus hatású volt és 17 különösen erős aktivitást fejtett ki. Thaysen és munkatársai [81] „Az antibiotikumot termelő organizmusok trópusi talajokban” c. értekezésükben antagonista baktériumokról számolnak be Trinidad körletéből. Véleményük szerint bizonyos spórás és nem-spórás baktériumok — a vizsgált kérdés szempontjából — érdekesebbnek bizonyultak, mint az aktinomiceták, bár ott ezek is széles körben elterjedtek.

Dél-Amerikában Caracas (Venezuela) vidékéről származó talajmintából nyerte Burkholder [19] a *Str. venezuelae* törzset, mely a chloromycetint ezt a Gram-negatív és pozitív baktériumokkal, rickettsiákkal, továbbá a nagy vírusokkal szemben magas aktivitású antibiotikumot termeli. Bakteriolitikus hatású *Actinomyces albus* törzset izolált Floch [21] Cayennében. Magas antibiotikus hatóképességgel rendelkező chromogén *Actinomyces*-t Velini [85] Brazíliából izolált. Kocsetkova [id.: 24a] a *Penicillium*-antagonisták elterjedését tanulmányozta Teresopolis magashegységi talajaiban és Rio-de-Janeiro trópusi talajaiban. Megállapítása szerint a *Penicillium*-antagonisták számaránya a trópusi talajokban 73,3%, 1500 m magasságban 71,6%, míg 2000 m magasságban 49,0%. Corral [11] argentinai talajból tenyésztett ki a *Str. griseolus*hoz hasonló, de vele nem azonos sugárgombát, erős antibiotikus aktivitással. Kiterjedt vizsgálataikban Cercos és Rosembli [10] a különböző argentinai talajok sugárgomba mikroflórája antibiotikus aktivitását derítették fel. Az összehasonlító vizsgálatok eredményei szerint az antagonisták heterogén elterjedése vált ismertté a különböző talajokra vonatkozóan.

Az Európában folyó intenzív antibiotikus-törzs kutatás, az antibiotikumot termelő mikroorganizmusok egyenlőtlen eloszlásának nyújtotta döntő bizonyítékait. Nakhimovszkaja még 1937-ben [56] a Szovjetunió különböző talajtípusaiból vett sugárgombák antibiotikus aktivitását hasonlította össze. E talajok Moszkva környéki podzol, csernozjom Ukrajnából, hegyvidéki talajok a Pamírról 3808 m t. f. magasságból, stb. Az antagonisták aránya különösen magas volt szikes, homokos, stb. talajok esetében. Petrusova [57] a Krim félsziget területéről származó talajmintákból 55 sugárgomba törzset izolált s ezek aktivitását az alanti tesztmikrobákkal szemben levizsgálva a következő eredményeket kapta: A *Thielaviopsis basicola*-t és egy *Fusarium* sp.-t 22 törzs gátolta. A *T. basicola*-val szemben aktívnak, de a *Fusarium*-mal szemben inaktívnak mutatkozott 8 törzs. Csupán a *Fusarium*-ra hatott egy törzs. Mindkét tesztgombával szemben 24 törzs volt inaktív. Gauze [24] 1945-ben dél-oroszországi talajból tenyésztette ki a *Proactinomyces cyaneus* litmocidint termelő törzset. A gramcicidin-Sz. antibiotikumot Gauze és Brazsnikova Moszkva környéki talajból származó baktériumtól nyerték. Másrészt Gauze közléséből tudjuk [24], hogy az *Str. griseus* streptomycint termelő aktív törzseit a Szovjetunió európai részéből és távolkeleten is sikerült kitenyésztienők. Mirzabekjan [52—55] az örmény köztársaság talajaiból számos antibiotikus mikroorganizmust, így spórás baktériumokat és aktinomycetákat izolált. Szerinte a természetes talajokban gazdagon találhatók olyan antibiotikus mikrobák, melyek a növényi

kórokozókra hatásosak. Gudkova [29] a Moszkva-környéki podzolokból az antibiotikus bacillusformák nagy gazdagságát ismertette. Közöttük uralkodnak a *Bacillus mesentericus* és a *B. astersporus*. Szerinte az egyes talajokban az antagonisták megoszlása igen heterogén. Jar-molenko és Nakhimovszkaja [33] munkájukban már arról írnak, hogy általánosságban a talajokból izolálható sugárgombatörzsek 40—50%-a antibiotikus hatású különböző tesztmikrobákkal szemben. Mihaleva [50] a gumóbaktériumokkal szemben antibiotikus aktinomycetákat vizsgálta a Szovjetunió különböző podzolos és humuszos talajaiban. Az eredmények szerint az egyes talajokban az antagonisták százaléka 0,5-től csaknem 100%-ig ingadozott. Afrikján [1, 2] közzétett munkája arról tanúskodik, hogy a különböző kaukázusi, közép-ázsiai, stb. talajokban a különböző sugárgomba és baktérium antagonisták nagyarányú fejlődése hat kedvezőtlenül a N-kötő *Azotobacter*-ek növekedésére. Csasz-tuhin és Nikolaevszkaja [15] az antibiotikus penészgombák előfordulását mutatták ki túlelvélő erdők növényi maradványaiban.

Kiterjedt vizsgálatokat végzett a *Penicillium*-genushoz tartozó gombák antagonisztikus formái elterjedésének megállapítására különböző talajokban Kocsetkova [38a]. Vizsgálta a *Penicillium*-flórát tundra talajokban (Murmansk-körzet), Moszkva környéki podzolokban, szarotvi csernozjomokban és Batumi vidékről származó szubtrópusi krasznoszjomokban. Ezenkívül vizsgálta az antagonista formák elterjedését Batumi környékén magashegységi talajokban a vertikális megoszlás megállapítása céljából. 88 talajmintát dolgozott fel és 1980 törzset izolált. Kocsetkova nem észlelt lényeges különbségeket az antagonisták számában azokban a talajokban, melyek ugyanazon földrajzi körzetből származtak, és pedig különböző módon megművelt kultúrák alól. Ezzel szemben a déli talajokban az antagonisták számaránya jóval nagyobb volt, mint az északiakban. Így az izolált kultúrák 14%-a volt antagonista a sarkvidéki talajokból, 23% a Moszkva környékiekből, 44% a Szarotov-i körzetben, végül 56% Batumi szubtrópusi talajaiban. A Kaukázus hegységben a tengerszint magasság emelkedésével ugyancsak mutatkozott bizonyos változás az antagonisták számarányában. Így a Batumi körzet talajaiban észlelt 56%, 2000 m magasságban 40%-ra csökkent. Érdekes volt az antagonistákon belül a penicillin termelő megoszlása. A tundra talajokban, ahol általában a *Penicillium* antagonisták száma nem nagy, ezek 83%-a képezett penicillint. A Batumi környéki szubtrópusi talajokban, ahol az antagonisták száma tetemesen magasabb, ezeknek csupán 16%-a tanúsított penicillin produktiót. Ezzel szemben a tengerszint-feletti magasság emelkedésével (Batumi) 16%-ról 50%-ra emelkedett 2000 m-nél már a penicillin termelők

száma. Ezek az eredmények párhuzamba állíthatók a penicillin-antibiotikum kémiai természetével, ill. érzékenységgel, mely arra utal, hogy a hideg talajokban ennek az anyagnak nagyobb és tartósabb ökológiai szerepével kell számolnunk.

A spóráképző baktérium-antagonisták elterjedését Trenina [81a] tanulmányozta. Eredményei szerint az északi Moszkva környéki podzolokban a baktérium-antagonisták százalékos számaránya 9,3, míg a délebbi Ukalova környéki csernozjomokban 25,4%, végül a közép-ázsiai csernozjomokban (Askabad környék) 54,3%. Vagyis Dél felé az antagonisták aránya nő, ezenkívül antibiotikus hatástartományuk is szélesebb. Így az antagonisták 17,8%-a az első, 29,7%-a a második, 55,9%-a a harmadik talajfélésegből hatott a *Staphylococcus*-okra, *B. mycoides*-re és az *E. coli*-ra egyaránt.

A legutóbbi évek törzskutatásának egyik legnagyobb méretű vizsgálatsorozatáról számolnak be munkájukban Kraszilnyikov és munkatársai [40]. Az antibiotikus sugárgombák előfordulását tanulmányozták a Szovjetunió különböző talajaiban és földrajzi övezeteiben. Ezek között voltak csernozjom talajok az észak-kaukázusi területekről, Csernigov környékéről, Nossovka vidékéről, a kievi kerület talajaiból, az Azóvi-tenger melléki körzetekből, stb. Csernozjomszerű talajok Kujbisevszk mellől. Gesztenyebarna talajok Grúziából. Szürke talajok a Tadzsik köztársaság területéről és az Üzbég köztársaság Éhsztyepjéről. Barna talajok Örményországból. Krasznajom a Kaukázusból. Podzolok Moszkva mellől, Szibériából, stb. Tőzeges talajok Belorussziából. Havasi talajok a Parmiről, a Tien-San-ról, stb. Vizsgálataik szerint az antibiotikus aktinomiceták szélesen elterjedtek, mindenütt megtalálhatóak, de számarányuk az egyes talajfélésekben rendkívül ingadozik. Úgy látszik, hogy előfordulásuk legfontosabb szabályozóiként a talajok fizikokémiai és biokémiai állapotát kell tekinteni. Legalább is adataik erről tanúskodnak. Így a déli csernozjomok (kievi ker.) és a Moszkva környéki podzolok megközelítőleg azonos mennyiségű sugárgombát tartalmaznak, azonban az antagonisták száma az elsőben több mint háromszor nagyobb, mint a másodikban, stb. Korenjákó és munkatársai [39], akik legutóbb az antibiotikus aktinomiceták elterjedését vizsgálták a Kóla-félsziget talajaiban, arra a következtetésre jutottak, hogy azok számaránya itt is 10–89%-ig ingadozhat az egyes termőhelyeken. A megművelt, különösen trágyázott körletekben sokkal nagyobb mennyiségű antagonista volt kimutatható, mint a műveletlen talajokban.

Németországban az antibiotikumot termelő mikroszervezetek előfordulását Lindenbein [45], Rehm [60a], Ruchmann [63, 64], Schwanitz és Hahn [67], Wallhäusser [88], továbbá Köhler, Prinzheim, Kimmelstiel,

Weiland stb. vizsgálatai nyomán ismerjük. Rehm és Rehm [60a] az antagonisták elterjedését a Középnémet löszvidéken Gatersleben környékén vizsgálták. E talajokban a fitopatogén gombákkal szemben antibiotikus sugárgombák igen elterjedtek és közönségesek. Taubeneck [80a] nagy vizsgálati anyag bevonásával szántóföldi és erdei talajokból a *Helminthosporium papaveris*-sel szemben antibiotikus törzseket izolált. Stapp [71] különböző európai és európai kívüli területek talajmintáiból kitenyészített 477 sugárgombátörzs 49%-át találta antibiotikus tulajdonságúnak. Wallhäusser [88] göttingeni kutató egy fenyőerdő talajából nyert 16 gomba- és 23 baktériumtörzs között az antibiotikus kölcsönhatásokat rendkívül gyakran találta. Poppe és Struz [59] különböző lelőhelyekről 220 sugárgomba törzset gyűjtöttek. Öt tesztmikrobával szemben közülük 62 volt antibiotikus hatású. Krehl—Nieffer [41] Stuttgart vidékéről származó homokos és márgás talajokból, továbbá összehasonlításként az Alpok (Allgäu-) talajaiból gyűjtött 527 penészgombatörzs között igen gyakran találta az antibiotikus hatásokat. Strutz [72] 51 különböző talajból gyűjtött 527 termőhelyről izolált sugárgomba között 14 antagonistát talált a *Staph. aureus*, *B. subtilis* és az *E. coli*-val szemben. Mások kevesebb antagonistát észleltek, így Woerner és Müller [89] munkájából értesülünk, hogy Much és Sartorius továbbá Weiland egy sor talajbaktériumot vizsgáltak meg, azonban csak kevésnek volt antibiotikus tulajdonsága. Antibiotikumot termelő *Penicillium* és *Trichoderma*-törzseket Pentz [60] tenyésztett ki németországi talajokból. Gaumann és munkatársai [27] Unterengadin körzetéből gyűjtöttek a *Fusarium orthoceras*-nak új antibiotikumot (enniatin) termelő törzset. Jagnow szerint [32a] a meszes talajon kialakult szárazgyep és száraz erdei termőhelyek tartalmazzák a legtöbb antagonisztikus sugárgomba törzset. Az izolált tenyészetek 70%-a gátolta a *B. subtilis*-t, azonban csak 7%-a erősen. Sorrendben a gyepi és a sziklahasadék-termőhelyek következtek szilikát altalajon (48%) és a neutrálistól gyengén savanyú altalajon (40%). A legkevesebb antagonistát a savanyú erdőtalajok tartalmazták (29%). Az izolált törzsek 27%-a gátolta a *Mycobacterium lacticola*-t és 21%-a az *E. coli*-t. Az *Aspergillus terreus*-t a szárazgyepi törzsek 48%-a erősen, a savanyú erdőtalajok törzsei 25%-ban és gyengén gátolják.

Különösen a fitopatogénekre antagonista mikroszervezetek felkutatása céljából több ezer mikróba törzset vizsgáltak le eredményesen Darpoux és Faivre—Amiot francia kutatók [15a]. Az antagonista sugárgombák gyakori előfordulását állapította meg Lengyelország egyes, így tőzeges talajaival kapcsolatban Ziemińska [id: 62]. Antagonista mikro-

szervezetek eloszlásáról számolnak be Finnországból Pohjakallio és munkatársai [58]. Virtanen és Linkola finn kutatók *Bacillus mesentericus* típusú antagonistákat izoláltak tözeges területéről és televényből. Ezek a *Rhizobium*-ok, *Azotobacter*-ek, stb. fejlődését gátolták [86]. Böven állanak adatok rendelkezésünkre a Brit szigetekre vonatkozóan angol kutatók nyomán. Jefferys, Brian és munkatársai [34] az antibiotikus mikrogombák előfordulását vizsgálták az angliai savanyú kémhatású homokos podzoltalajokban (Greyspot Hill, Lightwater, Surrey, stb.). A 65 kitenyészített fajnak kb. a fele termelt antibiotikumot. Vizsgálataikból az derült ki, hogy határozott korrelációra lehet következtetni az antibiotikumot termelő képesség és a fajok előfordulásának gyakorisága között. Vagyis a legközönségesebbek között található általában a legerősebb antagonisták. Az antibiotikus mikróbák angliai elterjedéséről tanúskodnak még Brian és Hemming [8], Tai és Heyningen [80], Singh [69], Wright [90] és mások adatai.

Indiában az antagonista gombák elterjedését vizsgálták Gattani és Kaul [25, 26]. Észak-India kultivált talajaiból 32 penicillint termelő *Penicillium*-ot gyűjtöttek, s közöttük 28 a *P. notatum* csoportba tartozott. A legaktívabbnak egy Kasmirből származó törzs mutatkozott. Egyébként Indiában a kiterjedt törzskutatás párhuzamosan a fitoncid kutatással (Vasudeva, Roy, Bose, Bhatnagar, Divehar, Jain, Majunder, Sen, Gowindaswamy, stb.) tanúskodik az antibiotikus mikroszervezetek itteni elterjedéséről. Gan és Gispén [22] azt találták, hogy a Jáva-sziget folyóiból kitenyészített 112 mikróbatörzs közül 25 gátolta a *Staph. aureus*-t. Sok antagonista törzs került elő kínai talajokból. Nevezetes közöttük az exfoliation nevű új antibiotikumot termelő sugárgomba, a *Streptomyces exfoliatus*. Doki Chun [10a] közlése szerint azoknak a *Streptomyces* törzseknek, melyeket a koreai köztársaság délnyugati körletének talajaiból izoláltak, harmincöt százaléka tanúsított antibiotikus aktivitást a *M. pyogenes* var. *aureus* vagy az *E. coli* teszt-szervezetekkel szemben. A kitenyészített erősen aktív törzsek között 4 grisein-termelőt, 15 streptothricin termelőt, 8 neomycin-termelőt és 6 chloramphenicol-producentet találtak. Streptomycin termelő nem akadt. Északon a Léna-folyó középső folyásvidékén az egyes talajok antagonista sugárgomba mikroflóráját Egorov és Polin [18] derítették fel. Szerintük e vidéken az antibiotikus törzsek gyakoriak ugyan, de a különböző talajokban számarányuk igen eltérő. A legtöbbet a tajga talajából lehetett kimutatni. Sok adatunk van a Japán szigetekre vonatkozóan. A törzskutatás terén kiemelkedő japán kutatók (Ogata Koichi, Kikuchi Masami, Okamie Yoshiro, Hamao Umezawa, S. Hosoya, M. Soeda, N. Komatschu,

R. Arai, S. Imamura, Y. Sonoda, stb.) különösen az antibiotikus sugárgombák gyakori előfordulásáról számolnak be hazájuk talajaiból. Ezek között különösen érdekes a W—115/C jelzésű törzs, melyet a Yokohamától délre fekvő Kamakura város határából izoláltak [83] és rákellenes antibiotikumot, a sarcomycint termeli, továbbá a Katsuya és munkatársai által kitenyészített négy streptomycin termelő törzs, melyek sok tulajdonságukban a *Str. griseus*-hoz hasonlítanak [36]. Ugyancsak innen került elő az a *Str. albus*-hoz és a *Str. griseolus*-hoz hasonló sugárgombatörzs, melyet *Str. griseolus*-nak neveztek el [82] és a griseolutein nevű antibiotikumot termeli. Maeda és munkatársai [40] antifungális antibiotikumot termelő aktinomicetákat gyűjtöttek Suginamikuból. Saito és Aisuo [65] antibiotikus sugárgombát izoláltak Kyotoból. A cinnamycin termelő *Str. cinnamoneus*-t Benedict és munkatársai [7] japán talajból nyerték. Az antagonista *Str. omiyaensis* Tokio közelében Omiya város mellől került elő. A streptomycin egy változatát termeli az itteni eredetű *Str. griseocarneus* [6]. Az antibiotikus sugárgombák elterjedésének rendszeres vizsgálatáról számolnak be Aiso, Arai és munkatársai [3].

Shope [68] virus-ellenes antibiotikumot termelő *Penicillium funiculosum* törzset Guamból izolált. Az *Act. erythreus*-t, mely az erythromycint termeli, a Fülöp szigetek egyikének talajából izolálták [id: 24]. Johnstone a Bikini és a Rongelap szigetek talajmikroflóráját hasonlította össze. A talajok [35] valamennyi esetben magas pH-értékű, 1% körüli organikus anyagtartalommal. A mikroflóra tagjai között uralkodnak a sugárgombák, míg a gombák és a baktériumok száma alacsonyabb. Az izolált törzsek aktivitását a *B. subtilis*, *E. coli*, *Mycobacterium avium*, *M. phlei*, stb. teszt-szervezetekre vizsgálta le. A *B. subtilis*-el szemben inaktív csak 22%, a *B. coli*-ra 80%, a *Mycobacterium phlei*-re csupán 14% volt, a többi hatásosnak bizonyult. Stevenson [70] hasonló célú tanulmányokat folytatott az Arno-atoll szigeteinek (Arno, Ine, Jab-u, Namwi, Ul-en, Bikarej, stb.) talajaival. Az innen kitenyészített törzsek 40%-a aktív volt az *E. coli*-ra, 68%-a a *Staph. aureus*-ra és 70%-a a *B. subtilis*-re. Így tehát az antagonista sugárgombák gazdagon elterjedtek a trópusi talajokban is. Carpenter és munkatársai [9] antibiotikus *Penicillium*-törzseket izoláltak a Hawai-szigeteken.

Az iturin nevű antibiotikumot termelő spóráképző bacillust Devignat [id: 37] a Belgia-Kongóban gyűjtötte. Leach és munkatársai [44] afrikai talajból izolálták a *Streptomyces chartreusis* sugárgombát, mely a „chartreusin” antibiotikumot termeli. A legjobb penicillin-termelő gombatörzseink egyikét Praetoriában gyűjtötték. Antibiotikus aktivitású aktinomiceták, *Aspergillus*-ok és *Penicillium*-fajok

elterjedését igazolta Rhodesia-i talajokban Shepherd [67a]. Ezek megoszlásviszonyait és tevékenységét a talajok mezőgazdasági művelésének formái befolyásolják. A *Penicillium camerunense*, melyet Roger és munkatársai [56a] Kamerunban találtak, a penicillinnel nem azonos antibiotikumot termel. A cefalosporin antibiotikumot termelő szaprofita *Cephalosporium acremonium* törzset viszont már a Földközi-tenger Sardegna szigetéről (Olaszország) izolálták.

Az antagonista elterjedését Magyarországon első ízben Horváth és munkatársai [31] vizsgálták. Az 1954-ig elért hazai eredményeket Vályi—Nagy [84] foglalta össze.

Az antagonista sugárgombák és baktériumok hazai elterjedésével kapcsolatban [73—77] a következőket állapítottuk meg: aránylag kis vizsgálati térségeken belül is az antagonisták heterogén megoszlása volt észlelhető. Ez az egyenlőtlen eloszlás elsősorban is a termőtalajok típusának függvénye volt. Mégpedig különösen a sugárgomba antagonisták száma az erősen kilúgzott, savanyú erdőtalajokban volt alacsony. Erősen fokozódott a számuk bizonyos kötetlen, humuszszegény, homokos erdőtalajokban és kedvezőtlen fizikokémiai állapotú szikesekben, így szolonycsákosodott szolonyecokban, stb. Általánosságban a hatásos antagonista sugárgombák azokból a talajokból kerültek elő, melyekben a mikroszervezetek tevékenységi szakasza a talajélet évi dinamizmusában erőteljesebben érvényesül, vagy ahol a talaj évi aerób biodinamikáját egyoldalúan uralják. Így az első esetben közömbös vagy gyengén savanyú feltöretlen vagy különösen szántóföldi művelés alá vont erdőtalajokban, csernozjomokban, stb., a második esetben bizonyos szikesekben, stb.

E helyen csak megemlítjük, hogy újabban igen érdekes kísérletek folynak a Föld különböző pontjain különböző intenzitással bevezetett antibiotikus terápia és az antibiotikumokkal szemben a mikróbnál kialakuló rezisztencia közötti összefüggések felderítésére [30].

Az antibiotikumot termelő mikroszervezetek földrajzi elterjedésének kérdését tárgyalva élesen el kell különítenünk az antibiotikus mikrobák előfordulásának általánosságban vett elterjedése kérdését az egyes rendszertani csoportok és fajok szűkebb értelmében vett elterjedés problémájától. Az egész Földet felölelő antibiotikus-törzskutatás eredményei ma már feljogosítanak arra, hogy az első esetben (általánosságban) az antibiotikumot termelő mikroszervezetek gazdag elterjedéséről beszéljünk a Föld valamennyi földrajzi övezetére és területére vonatkozóan. Ez a megállapítás azonban nem áll a specialisan egyes fajokhoz, vagy más rendszertani egységekhez tartozó antagonisták előfordulására nézve. Talán az aktinomiceták még az a rendszertani csoport melyre a fenti általánosítást kiterjeszthetjük

(*Actinomycetales* rend ill. ezen belül az *Actinomycetaceae*-család). A sugárgombák a leghatásosabb antibiotikumot termelő szervezetekhez tartoznak, a felkutatásukra irányuló vizsgálatok mindig a törzskutatás gerincét képezték és kétségtelen ezek elterjedésére nézve gyűlt össze kezünkben eddig a legtöbb adat. Az antagonista penészgombákról pl. már kevesebb adatunk van.

Csakis ilyen szűkített, elsősorban is fajokra, alfajokra, stb. vonatkoztatott keretek között beszélhetünk az antagonisták földrajzi elterjedéséről. Ami most ebben az irányzatban rejlik — s különösen gyakorlati vonatkozású — lehetőségeket illeti, arra vonatkozóan ma még csak óvatosan nyilatkozhatunk. Talán az egyes olyan szisztematikai csoportok, fajok elterjedés adatai, melyeknél az emberre nézve nem toxikus antibiotikumok előfordulásának valószínűsége nagyobb, lehetőséget ad majd ezek felkutatása realizálásához. Vagy egyes fajok és csoportok nagyobb aktivitású törzseinek előfordulásában kell majd a földrajzi faktorok szerepét figyelembe venni. Így a már említett penicillin termelő *Penicillium*-ok mellett példának hozhatjuk fel Trenina eredményeit [81a], aki szerint a colistatint termelő mikroszervezetek megoszlásában és elterjedésében bizonyos törvényszerűségeket lehetett megállapítani. Az északi podzolokban az izolált kultúrák 1,3%-a, a délebbi csernozjomokban 2,1%-a, végül a közép-ázsiai szerozjomokban 19,7%-a termelte ezt a hatóanyagot. Talán figyelembe vehetjük majd az antagonisták kutatásánál a szisztematikai-biogeográfiai munkák eredményeit is. Ebből a szempontból értékelendők Sizova vizsgálatai [78], aki a *Penicillium*-fajok elterjedésében a földrajzi övezetességet tanulmányozta. A Szovjetunióra és Nyugat-Európára vonatkozóan három övezetet jelölt meg. A 30—35 szélességi fokok között az első, 50—60 fokig a második és 60 foktól északra a harmadikat. Azonban mindegyik övezetben éppen az *asymmetrica* szekció tagjai a legelterjedtebbek, melyek között a főbb antibiotikumot termelő fajok találhatók. Jefferys [34] munkájában ugyancsak adatokat találunk éppen az antibiotikumot termelő gombák jó részének nagy földrajzi elterjedtségére vonatkozóan. Még inkább érvényesek ezek a megállapítások a sugárgombákra. Itt adataink már az egyes fajok és fajtakörök különböző antibiotikus aktivitású törzseinek világviszonylatbeli elterjedésére vonatkozóan is bőven vannak. Így pl. az *Act. albus* antibiotikus törzsét ismerjük Amerikából, Európából, Ázsiából több szerző alapján is. Korábban már szó volt a streptomycint termelő *Streptomyces griseus* (*Act. globisporus streptomycini*) törzseinek nagymérvű földrajzi elterjedtségéről. A chloromycetint termelő *Str. venezuelae*-t nemcsak venezuelai talajból, hanem Csikágó, sőt Tokió körzetéből is izolálták [24a]. Azonban ugyanazon talaj vagy hasonló talajtípus is szolgáltathat u. a.

faj részéről rendkívül eltérő aktivitású törzseket. Így pl. a *Str. albus* esetében tapasztalta ezt Reh m [60a].

Nem szabad elfelejtenünk, hogy az antagonistáknak egyes szovjet kutatók által észlelt és nagy földrajzi térségekben megnyilvánuló megoszlás heterogenitása mindég a Szovjetunióra jellemző talajföldrajzi viszonyokkal mutat szoros párhuzamot. A podzol, csernozjom, stb. övezetek jellegzetes, nagykiterjedésben uralkodó talajai a maguk jellegzetes mikroflórája számára nagy területeken biztosítanak közel azonos ökológiai körülményeket és széles elterjedési lehetőségeket. Hazánkban más a helyzet. A kárpát-medencében uralkodó talajképző faktorok, speciális viszonyok, kis földrajzi térségeken belül is a talajtípusok gazdag változatait hozzák

létre. Megállapításaink szerint az antagonisták előfordulását mindég az egyes talajtípusok speciális fizikokémiai körülményei szabályozzák és ennek következtében közvetlen egymás mellett fekvő különböző talajtípusokban az antibiotikumot termelők százalékos aránya nagyobb különbségeket is mutathat [74] mint, amilyeneket Ga u z e és munkatársai [23, 24a] több száz ill. ezer kilométeres távolságokból gyűjtött talajminták feldolgozásánál észleltek. Jelen körülmények között a hazai törzskutatás munkájában csaknem kizárólag a talajtípusok alapján kell hogy orientálódjunk.

SZABÓ ISTVÁN és MARTON MÁRIA

Érkezett: 1957. szeptember 15.

Irodalom

- [1] Afrikjá, E. K.: Dokl. A. N. Arm. SSR. 14. 4. 1951.
- [2] Afrikján, E. K.: Izv. A. N. Arm. SSR. 4. 12. 1951.
- [3] Aiso, K. & all.: J. Antibiotics (Japan) 2. 240. 1949.
- [4] Anwar, A. A.: Phytopathology. 39. 1005. 1949.
- [5] Avraamova, O. P. & all.: Bjul. M-o-va Iszp. Prirodü otd. Biol. 58. 4. 1953.
- [6] Benedickt, R. G. & all.: J. Bact. 62. 487. 1951.
- [7] Benedickt, R. G. & all.: Antibiotics & Chemother. 2. 591. 1952.
- [8] Brian, W. & Hemming, H.: Ann. Appl. Biol. 32. 214. 1945.
- [9] Carpenter, C. W. & all.: Hawaiian Planters Rec. 49. 1945.
- [10] Cercos, A. P. & Roseblit, A.: Rev. Argentina Agron. 17. 98. 1950.
- [10a] Chun, D.: Antibiot. & Chemother. 6. 324. 1956.
- [11] Corral, R. A.: Rev. Asoc. bioquim. Argent. 17. 255. 1952.
- [12] Colligan, D.: Butler Univ. Botan. Studies. 9. 9. 1949.
- [13] Cooper, W. & Chilton, S. J.: Phytopath. 37. 5. 1947.
- [14] Cooper, W. & Chilton, S. J.: Phytopath. 40. 544. 1950.
- [15] Csaszluhin, V. J. & Nikolaevszkaja M. A.: Mikrobiologija. 17. 3. 1948.
- [15a] Darpoux, H. & Faivre—Amiot: Rev. Path. Veg. Agr. France. 29. 102. 1950.
- [16] De Boer, C. & all.: J. Amer. Chem. Soc. 75. 2. 1953.
- [17] Duggar, M. B.: Am. N. Y. Acad. Sci. 51. 477. 1948.
- [18] Egorov, Sz. & Polin, A. N.: Mikrobiologija. 24. 67. 1955.
- [19] Ehrlich, J. & all.: Science (N. Y.). 106. 417. 1947.
- [20] Emerson, R. L. & all.: J. Bact. 52. 357. 1946.
- [21] Floch, H.: C. R. Soc. Biol. 143. 449. 1949.
- [22] Gan, K. H. & Gispén, R.: Doc. neerl. et indones. d. morbis. tropicis. 1. 104. 1949.
- [23] Gauze, G. F.: Uszpehi Szovr. Biol. 29. 263. 1950.
- [24] Gauze, G. F.: Lekcii po antibiotikam Akad. Nauk SSSR. Moszkva. 1953.
- [24a] Gauze, G. F.: Uszpehi Szovr. Biol. 43. 46. 1957.
- [25] Gattani, M. L. & Kaul T. N.: J. Sci. & Indust. Res. (India). 10. 208. 1951.
- [26] Gattani, M. L.: Science. 116. 596. 1952.
- [27] Gaumann, E. & all.: Experientia. 3. 202. 1947.
- [28] Gottlieb, D. & all.: J. Bact. 55. 409. 1948.
- [29] Gudkova, V. T.: Gigiena & szanitarija. 5. 41. 1951.
- [30] Hopps, H. E. & all.: Antibiotics & Chemother. 4. 270. 1954.
- [31] Horváth, J. & all.: Ann. Biol. Tihany. 20. 225. 1951.
- [32] Hosoya, S. & all.: Japan. J. Exp. Med. 20. 473. 1950.
- [32a] Jagnow, G.: Arch. f. Mikrobiol. 25. 274. 1956.
- [33] Jarmolenko, L. I. & Nakhimovszkaja, M.: Mikrobiologija. 21. 300. 1952.
- [34] Jefferys, E. G. & all.: J. Gen. Microbiol. 9. 2. 1953.
- [35] Johnstone, D. B.: Soil Sci. 64. 453. 1947.
- [36] Katsuya, N. & all.: Antibiotics (Tokyo). 4. 425. 1951.
- [37] Klosa, J.: Antibiotika. Verl. Techn. Berlin. 1952.

- [38] Kochi, M. & all.: Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 38. 383. 1952.
- [38a] Kocsetkova, G. V.: Bjul. Moszk. ob-va Iszp. Prir. otd. Biol. 61. 1956.
- [39] Korenjákó, I. A. & all.: Mikrobiologija. 24. 62. 1955.
- [39a] Kovalenkova, V. K.: Bjul. Moszk. ob-va Iszp. Prir. otd. Biol. 61. 1956.
- [40] Kraszilnyikov, N. A. & all.: Mikrobiologija 22. 3. 1953.
- [41] Krehl—Nieffer, M.: Arch. f. Mikrobiol. 15. 389. 1951.
- [42] Lachance, R. O. & Perrault, C.: Canadian J. Bot. Ottawa. 5. 515. 1953.
- [43] Landerkin, G. B. & all.: Canad. J. Res. Sec. C. 28. 690. 1950.
- [44] Leach, B. & all.: J. Amer. Chem. Soc. 75. 4011. 1953.
- [45] Lindenbein, W.: Arch. f. Mikrobiol. 17. 361. 1952.
- [46] Maeda, K. & all.: Jap. J. Med. Sci. Biol. 5. 327. 1952.
- [47] McClung, N. M.: Trans. Kansas Acad. Sci. 54. 218. 1951.
- [48] Meredith, C. H.: Phytopath. 33. 403. 1943., 34. 426. 1944.
- [49] Meredith, C. H. & Semenjuk, G.: Iowa Agr. Expt. Sta. Ann. Rept. 1945—47. 199. 1946.
- [50] Mihaleva, V. V.: Dokl. Vsesz. Ord. Len. A. Szelszk. N. V. I. Lenina. 11. 23. 1951.
- [51] Mindach, F. C.: Butler Univ. Bot. Stud. 9. 21. 1949.
- [52] Mirzabekján, R. O.: Dokl. Vsesz. Ord. Len. Ak. Szelszk. N. 5. 34. 1952.
- [53] Mirzabekján, R. O.: Izv. A. N. SSSR. Szer. Biol. 2. 67. 1953.
- [54] Mirzabekján, R. O.: Trudü Konf. po vopr. pocsv. Mikr. Izd. A. N. SSSR. Moszkva-24. 1953.
- [55] Mirzabekján, R. O. & Karapetján, N. A.: Agrobiologija. 6. 56. 1953.
- [56] Nakhimovszkaja, M.: Mikrobiologija. 6. 131. 1937.
- [56a] Roger, H. & all.: Acad. Roy. Belgique. Bull. Cl. Sci. 35. 42. 1949.
- [57] Petrusova, N. I.: Mikrobiologija. 22. 576. 1953.
- [58] Pohjakallio, O. & all.: Physiol. Plant. 2. 312. 1949.
- [59] Poppe, K. & Strutz, I.: Zbl. Bakter. I. 158. 106. 1951.
- [60] Pentz, H.: Zbl. Bakter. II. 107. 506. 1954.
- [60a] Rehm, H. J. & Rehm, U.: Die Kulturpflanze. 1. 111. 1953.
- [61] Rouatt, J. & all.: Antibiotics & Chemother. 1. 185. 1951.
- [62] Routien, J. B. & Finley, A. C.: Bact. Rev. 16. 51. 1952.
- [63] Ruschmann, G.: Z. Pfl. Ernähr. Düng. 55. 201. 1951.
- [64] Ruschmann, G.: Pharmazie. 7. 542. 639. 823. 1952.
- [65] Saito, K. & Atsuo, T.: Biol. Abstr. 23. 29702. 1949.
- [66] Sanchez—Marroquin, A.: Microbiol. Espan. 6. 205. 1953.
- [67] Schwanitz, F. & Hahn, H.: Naturwiss. 40. 464. 1953.
- [67a] Shepherd, M. A.: Rhod. Agr. J. 49. 198. 1952.
- [68] Shope, R. E.: J. Exptl. Med. 97. 601. 1953.
- [69] Singh, B. N.: J. Gen. Microbiol. 1. 1. 1947.
- [69a] Slagg, C. M. & Fellows, H.: J. Agric. Res. 75. 279. 1947.
- [70] Stevenson, I. L.: Soil Sci. 75. 3. 1953.
- [71] Stapp, C.: Zbl. Bakter. II. 107. 129. 1953.
- [72] Strutz, I.: Zbl. Bakter. II. 107. 502. 1954.
- [73] Szabó, I.: Agrokémia és Talajtan. 2. 439. 1953.
- [74] Szabó, I.: Acta Microbiol. Hung. 2. 9. 1954.
- [75] Szabó, I.: Naturwiss. 43. 330. 1956.
- [76] Szabó, I.: Agrokémia és Talajtan. 5. 433. 1956.
- [77] Szabó, I.: Mikrobiologija. 25. 442. 1956.
- [78] Szizova, T. P.: Bjuleteny Moszk. O-va. iszp. Prir. 1. 71. 1953.
- [79] Taha, Ezz—Eldin, M.: Arch. f. Mikrobiol. 19. 45. 1953.
- [80] Tai, T. Y. & Heyningen, W. E.: J. Gen. Microbiol. 5. 110. 1951.
- [80a] Taubeneck, U.: Nachricht. Deutsch. Pflid. 8. 33. 1954.
- [81] Thaysen, A. C. & all.: Nature. 163. 835. 1949.
- [81a] Trenina, G. A.: Bjul. Moszk. ob-va. iszpüt. Prir. otd. Biol. 61. 1956.
- [82] Umezava, H. & all.: Jap. Med. J. 3. 111. 1950.
- [83] Umezava, H. & all.: Antibiotics & Chemother. 5. 514. 1954.
- [84] Vályi—Nagy, T.: Acta Microbiol. Hung. 1. 314. 1954.
- [85] Vellini, L.: Anais Paulitas Med. e Cir. 53. 197. 1949.
- [86] Virtanen, A. L. & Linkola, H.: Suomen Kemist. 21. B. 12. 1948.
- [87] Waksman, S. A.: The Actinomycetes. Chron. Bot. Comp. Waltham, Mass. USA. 1950.
- [88] Wallhäusser, K. H.: Arch. f. Mikrobiol. 16. 237. 1951.
- [89] Woerner, H. & Müller, J.: Zbl. Bakt. I. 159. 3. 1953.
- [90] Wright M. J.: Nature. 170. 673. 1952.